

**LEAD, COPPER AND ZINC CONTENT IN SOFT TISSUES AND SHELLS OF BLOOD
COCKLE (*Anadara granosa*) FROM COASTAL WATER OF TANJUNG BALAI
ASAHAN REGENCY NORTH SUMATERA PROVINCE**

By

Hardy PH Simanjuntak¹, Yusni Ikhwan², Bintal Amin²

ABSTRACT

This study was conducted in Januari 2014. Samples of blood cockle were taken from on the waters of Tanjung Balai Asahan North Sumatera. The purpose of this study was to analyze the metal content of Pb, Cu and Zn in soft tissues and shells of blood cockle with different body size, determine the different concentration of Pb, Cu and Zn in soft tissues and shell, determine relationships of metal content in soft tissues and shells with the body size and to determine the safety consumption of blood cockle. Pb and Cu content in the shells were higher than soft tissues whilst Zn was higher in the soft tissues. The average metal content in soft tissues were different by the size where Pb content was higher in the small size (1,79 µg/g), Cu in small size (9,69 µg/g) and Zn also in small size (1.227, 81 µg/g). Mean while the average, Pb content in shells was higher in the large size (8,26 µg/g), Cu in medium size (19,24 µg/g), and Zn was in the medium size too (1.017, 02 µg/g).

Keyword: Heavy metal, *A. granosa*, Shell, Soft tissue, Tanjung Balai Asahan.

¹) Student of the Faculty of Fisheries and Marine Science, University of Riau, Pekanbaru, 28293,
Simanjuntakhardyph@yahoo.com

²) Lecturer of Faculty of Fisheries and Marine Sciences University of Riau, Pekanbaru 28293

PENDAHULUAN

Perairan Tanjung Balai Asahan merupakan salah satu perairan yang terdapat pada pantai timur Sumatera, perairan Tanjung Balai Asahan banyak memberikan hasil laut yang potensial bagi Sumatera Utara. Salah satu hasil perikanan laut penting dari Tanjung Balai Asahan adalah kerang-kerangan. Jenis kerang-kerangan yang terdapat di Perairan Tanjung Balai adalah kerang darah (*Anadara granosa*), kerang nibung(*Anadara maculosa*), kerang bulu(*Anadara inflata*), kerang hijau(*Perena viridis*), dan kepah(*Meretix meretix*).

Wilayah Tanjung balai Asahan saat ini berkembang pesat di sekitar muara Tanjung Balai asahan, telah dibangun pemukiman penduduk dan perusahaan/pabrik seperti industri kayu, pabrik minyak sawit dan transportasi air, dan di pinggir sungai asahan terdapat Pelabuhan Teluk Nibung yakni pelabuhan ekspor dan impor barang dan penumpang tujuan dalam dan luar negeri. Kemudian di muara Sungai Asahan terdapat pelabuhan Bagan Asahan. Muara Sungai Asahan mendapat pengaruh langsung dari aliran massa air dari Sungai Asahan yang berasal dari Danau Toba dan perairan laut Selat Malaka, limbah-limbah dari semua aktivitas yang di Tanjung Balai Asahan akan mengalir ke Perairan Tanjung Balai Asahan maupun muara Sungai Asahan, sehingga akan mengganggu perkembangan ekosistem maupun organisme di sekitar perairan.

Sifat makan kerang adalah mendapatkan makanan dengan menyaring (*filter feed*) yang terdapat pada perairan dan secara tidak langsung maka bahan pencemar akan masuk ke dalam tubuh kerang darah sehingga bahan pencemar tersebut akan terakumulasi dalam tubuh kerang darah mengingat juga kerang-kerang (jenis Molluska bivalva) yang mengandung beberapa zat gizi penting yaitu sumber protein hewani bahkan mutunya dikategorikan complete protein karena asam amino esensialnya tinggi sekitar 85-95 persen dan mudah dicerna tubuh juga murah harganya tetapi jenis kerang-kerangan ini tidak dapat mengakumulasi logam berat pada tubuhnya sehingga akan memberikan dampak yang negatif bila dikonsumsi oleh masyarakat di Tanjung Balai Asahan yang mengkonsumsi kerang darah yang berasal dari Perairan Tanjung Balai Asahan.

Penelitian ini bertujuan untuk memberikan informasi tentang kandungan logam Pb, Cu dan Zn pada daging dan cangkang kerang darah (*A.granosa*) dan untuk mengetahui kelayakan kerang darah yang dikonsumsi oleh masyarakat secara umum yang berasal dari Perairan Tanjung Balai Asahan.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Januari 2014. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode survey, dimana Perairan Tanjung Balai Asahan dijadikan lokasi pengamatan dan pengambilan sampel. Sampel kerang darah yang diambil dari Perairan Tanjung Balai Asahan dibawa ke Laboratorium Kimia Laut Fakultas Perikanan dan Kelautan untuk diketahui kandungan logam Pb, Cu dan Zn pada daging dan Cangkang kerang darah.

Pengambilan sampel kerang darah dilakukan pada saat surut, sampel kerang darah dipisahkan berdasarkan ukurannya, kecil (17-19mm), sedang(25-31mm) dan besar(33-40mm) dengan masing-masing kelompok individu terdiri dari 15 individu berdasarkan ukurannya dikompositkan menjadi 5 individu berdasarkan ukurannya dan dilakukan 3x pengulangan. Sampel kerang darah yang diawetkan didalam *freezer* dikeluarkan kemudian dibilas dengan aquades dan dipisahkan daging dan cangkang. Sampel kemudian didestruksi kemudian dianalisis

kandungan logam Pb, Cu dan Zn dengan *Atomic Absorption Spectrophotometer* (AAS) tipe Perkin-Elmer 3110 dengan mengacu pada metode Yap *et al* (2003).

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sampel kerang darah, larutan standar Pb, Cu dan Zn, asam nitrat(HNO_3), dan aquades. Perhitungan kandungan logam berat digunakan rumus Razak (1987), untuk menganalisis perbedaan kandungan logam antara ukuran digunakan uji Anova sedangkan uji t digunakan untuk menganalisis perbedaan kandungan logam berat pada daging dan cangkang, dan untuk mengetahui korelasi antara kandungan logam berat dengan ukuran tubuh digunakan regresi linear sederhana (Sudjana, 2002).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Keadaan Umum Daerah Penelitian

Kota Tanjung Balai merupakan salah satu kota yang berada di kawasan Pantai Timur Sumatera. Secara geografis berada pada posisi $2^{\circ}58'00''$ LU, $95^{\circ}48'00''$ BT. Perairan Tanjung Balai Asahan adalah perairan Timur Sumatera, perairan merupakan perairan yang produktif dan mendapat masukan air tawar dari Sungai Asahan dan sungai-sungai kecil lainnya sehingga berpotensi membawa nutrisi dari daratan termasuk juga membawa limbah masyarakat dan limbah industri.

Perairan Tanjung Balai ini dimanfaatkan sebagai jalur transportasi dan juga sebagai daerah penangkapan. Di sepanjang pantai ini terdapat pemukiman dan juga industri perikanan seperti pengasinan ikan, pendinginan dan pembekuan ikan maupun fermentasi. Bentuk topografi perairan sangat landai dengan dasar perairan yang berlumpur, selain dikelilingi oleh kota dan pemukiman, wilayah pemukiman, wilayah pesisir pantai ini juga ditumbuhi oleh vegetasi mangrove yang sudah banyak mengalami kerusakan fisik.

Parameter Lingkungan Perairan

Parameter kualitas perairan yang diukur pada penelitian ini adalah suhu, pH, salinitas dan kecepatan arus. Dari hasil pengukuran kualitas perairan didapatkan suhu (29°C), Ph (7), salinitas (27) dan kecepatan arus ($0,27\text{ m/dtk.}$) Amin (2002) mengatakan bahwa parameter kualitas perairan seperti suhu Ph, Salinitas dan kecepatan arus akan mempengaruhi kandungan logam berat pada kerang, sedangkan pengukuran kualitas perairan dilakukan pada siang hari untuk mendapatkan intensitas cahaya yang maksimal.

Kandungan Logam Pb, Cu dan Zn Berdasarkan Bagian Tubuh

Tabel 1. Kandungan (Rata-rata \pm Standar Deviasi) logam Pb, Cu dan Zn Berdasarkan Bagian Tubuh Kerang Darah (*A.granosa*).

Bagian Tubuh	Kandungan Logam ($\mu\text{g/g}$)		
	Pb	Cu	Zn
Daging	$1,59 \pm 0,41$	$8,31 \pm 1,30$	$1169,98 \pm 84,71$
Cangkang	$7,81 \pm 0,70$	$16,53 \pm 2,74$	$863,59 \pm 230,80$

Sumber: Data Primer

Pada Tabel 1 kandungan logam Pb lebih tinggi pada cangkang ($7,81\text{ }\mu\text{g/g}$) dibandingkan dengan daging ($1,59\text{ }\mu\text{g/g}$), Cu yang tinggi pada cangkang ($16,53\text{ }\mu\text{g/g}$) dibandingkan dengan

daging (8,31 $\mu\text{g/g}$) sedangkan pada Zn kandungan yang tinggi pada daging (1169,98 $\mu\text{g/g}$) dibandingkan pada cangkang (863.59 $\mu\text{g/g}$).

Kandungan Logam Pb dan Cu lebih tinggi pada cangkang hal ini didukung oleh penelitian yang dilakukan oleh Syahputra (2012) pada *A.granosa* dan Donyo pada *A.inflata* (2011) yang menyatakan bahwa kandungan logam Pb dan Cu paling besar terdapat pada cangkang dibandingkan pada daging. George (1980) juga menyatakan daging bukan jaringan aktif dalam mengakumulasi logam berat, sementara untuk Zn kandungan tinggi pada daging, hal ini disebabkan karena logam Zn adalah logam yang terbesar dari logam Pb dan Cu dan logam yang esensial yang dibutuhkan untuk perkembangan dan pertumbuhan makhluk hidup.

Kandungan Logam Pb, Cu dan Zn Berdasarkan Ukuran Daging dan Cangkang Kerang Darah (*A.granosa*)

Kandungan Logam Pb, Cu dan Zn berdasarkan ukuran daging dan cangkang dapat dilihat pada Tabel 2 dan 3.

Tabel 2. Kandungan Logam Pb, Cu dan Zn (Rata-rata \pm Standar Deviasi) pada Daging Berdasarkan Ukuran Tubuh Kerang Darah (*A.granosa*).

Ukuran (mm)		Kandungan Logam ($\mu\text{g/g}$)		
		Pb	Cu	Zn
Kecil	(17-19)	1,79 \pm 0,58	9,69 \pm 0,92	1227,81 \pm 55,86
Sedang	(23-31)	1,65 \pm 0,28	7,75 \pm 0,66	1128,46 \pm 120,55
Besar	(33-40)	1,32 \pm 0,26	7,51 \pm 1,13	1153,66 \pm 55,24
Rata-rata		1,59 \pm 0,41	8,31 \pm 1,30	1169,98 \pm 84,71

Sumber: Data Primer

Pada Tabel 2 kandungan logam Pb pada daging lebih tinggi terdapat pada ukuran yang kecil (1,79 $\mu\text{g/g}$) dan yang rendah terdapat pada ukuran besar (1,32 $\mu\text{g/g}$) rata-rata kandungan logam pada Pb keseluruhan (1,59 $\mu\text{g/g}$). Kandungan logam Cu pada daging lebih tinggi pada ukuran kecil (9,69 $\mu\text{g/g}$) dan yang rendah terdapat pada ukuran yang besar (7,51 $\mu\text{g/g}$) dan rata-rata keseluruhan kandungan logam Cu (8,31 $\mu\text{g/g}$). Kandungan logam Zn pada daging terdapat pada ukuran kecil juga yaitu (1.227,81 $\mu\text{g/g}$) dan yang rendah terdapat pada ukuran sedang (1.128,46 $\mu\text{g/g}$), sedangkan rata-rata keseluruhan kandungan logam Zn (1.169,98 $\mu\text{g/g}$).

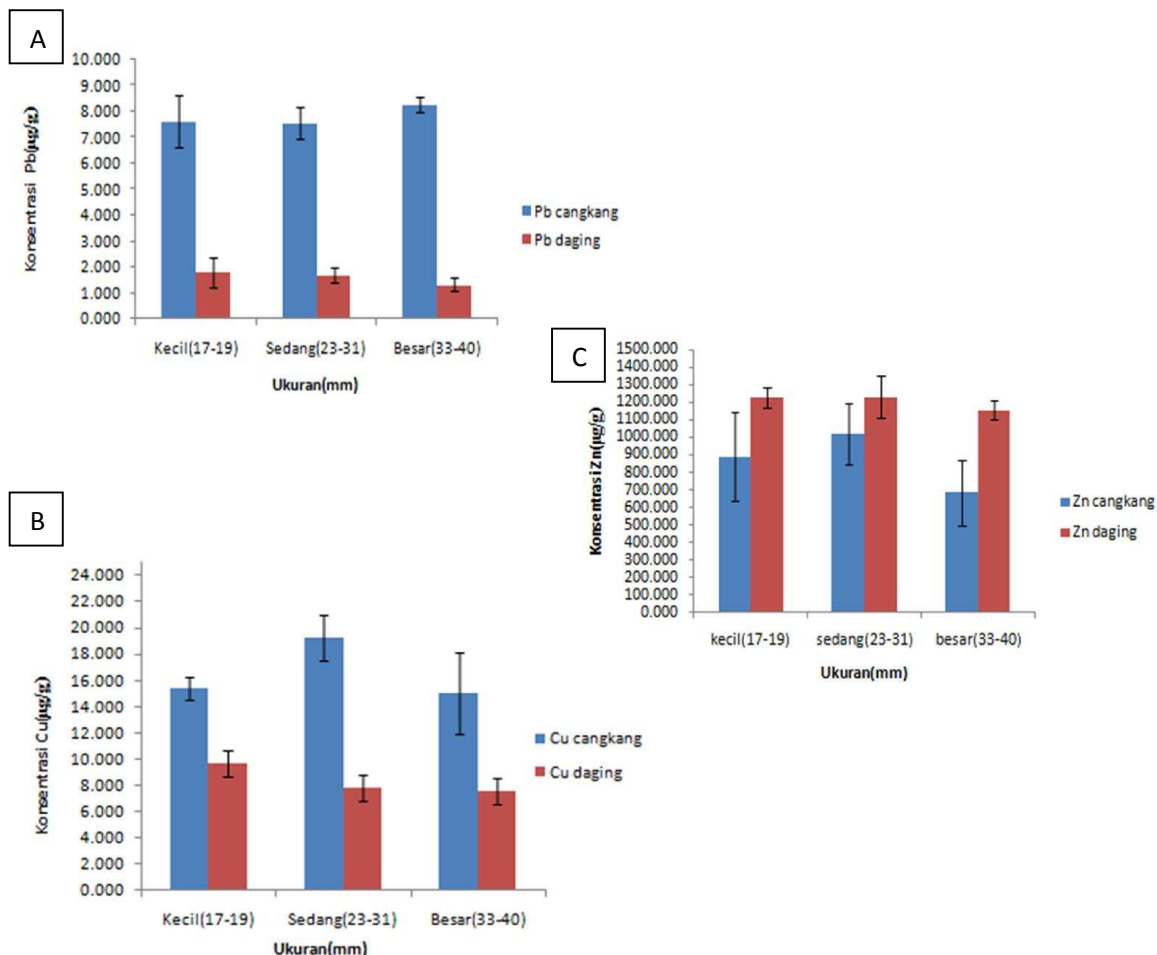
Tabel 3. Kandungan Logam Pb, Cu dan Zn (Rata-rata \pm Standar Deviasi) pada Cangkang Berdasarkan Ukuran Tubuh Kerang Darah (*A.granosa*).

Ukuran (mm)		Kandungan Logam ($\mu\text{g/g}$)		
		Pb	Cu	Zn
Kecil	(17-19)	7,60 \pm 1,01	15,38 \pm 0,91	889,39 \pm 250,06
Sedang	(23-31)	7,56 \pm 0,62	19,24 \pm 1,73	1017,02 \pm 176,47
Besar	(33-40)	8,26 \pm 0,30	14,96 \pm 3,10	684,37 \pm 186,86
Rata-rata		8,17 \pm 0,70	16,53 \pm 2,74	863,59 \pm 230,80

Sumber: Data Primer

Berdasarkan nilai kandungan logam pada Pb, Cu dan Zn yang terdapat pada cangkang didapatkan bahwa kandungan logam pada cangkang pada logam Pb yang paling tinggi

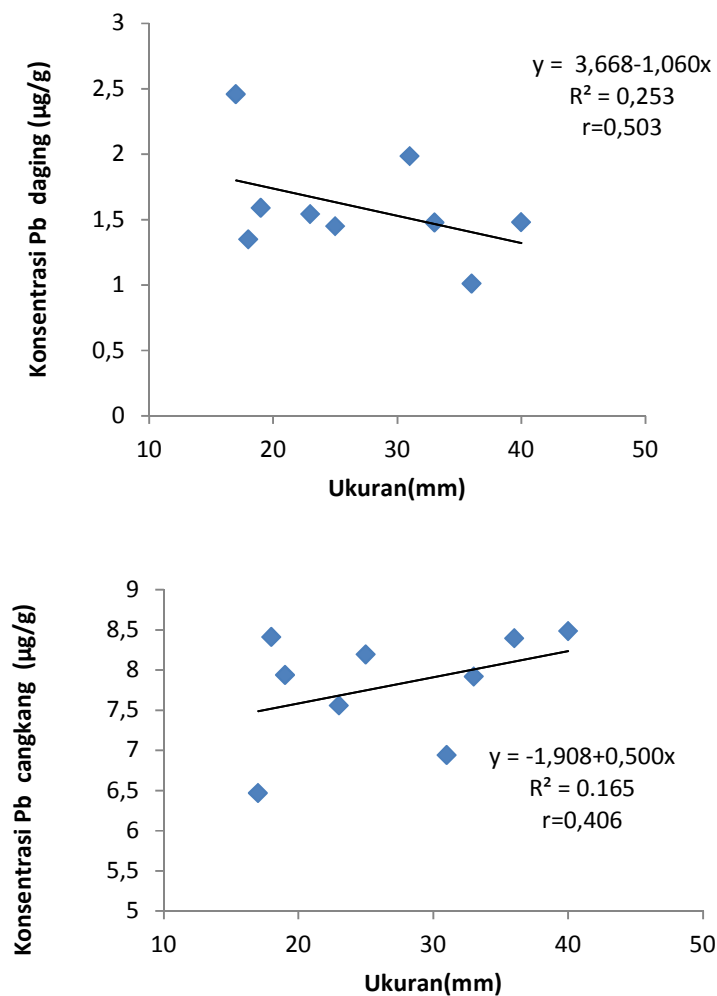
kandungan logam yang terdapat pada cangkang terdapat pada cangkang yang berukuran besar (8,26 $\mu\text{g/g}$) sedangkan yang terendah terdapat pada cangkang yang berukuran sedang (7,56 $\mu\text{g/g}$), dengan rata-rata keseluruhan logam Pb pada masing-masing ukuran sebesar (8,17 $\mu\text{g/g}$). Kandungan logam Cu pada cangkang didapatkan bahwa kandungan logam yang tinggi terdapat pada cangkang yang berukuran sedang (19,24 $\mu\text{g/g}$) dan yang terendah terdapat pada cangkang yang berukuran besar (14,96 $\mu\text{g/g}$) dan rata-rata keseluruhan ukuran logam Cu pada masing-masing ukuran sebesar (16,53 $\mu\text{g/g}$). Sedangkan pada logam Zn kandungan logam yang tertinggi pada cangkang terdapat pada cangkang yang berukuran sedang (1.017,02 $\mu\text{g/g}$) dan yang terendah didapatkan pada cangkang yang berukuran besar (684,59 $\mu\text{g/g}$) dan rata-rata keseluruhan ukuran logam pada masing-masing ukuran sebesar (863,59 $\mu\text{g/g}$). Perbandingan kandungan logam Pb, Cu dan Zn pada daging dan cangkang dengan ukuran yang berbeda dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1 Grafik Kandungan Logam Pb (A), Cu (B) dan Zn (C) (Rata-rata \pm Standar Deviasi) Pada Kerang Darah (*A. granosa*) di Perairan Tanjung Balai Asahan.

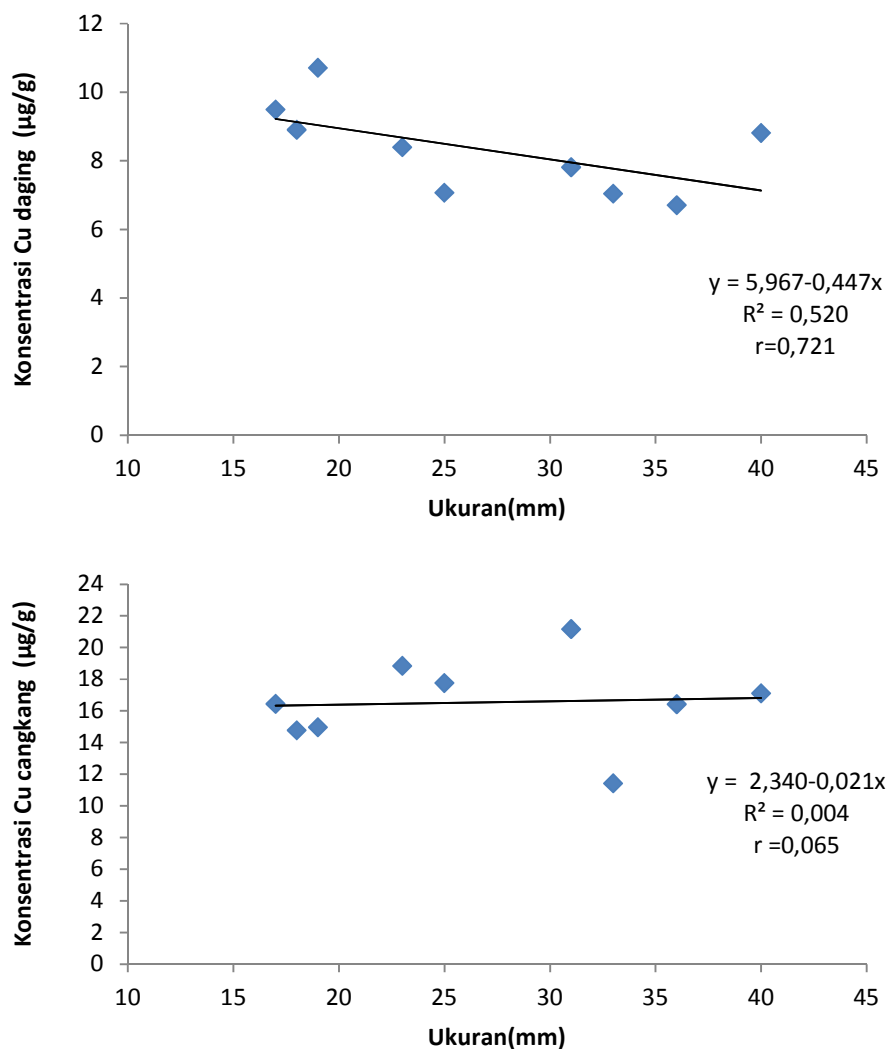
Hubungan kandungan logam berat dengan ukuran tubuh kerang darah

Hubungan antara logam Pb pada daging terhadap ukuran tubuh kerang ditunjukkan dengan persamaan $y = 3,668 - 1,060x$ dimana $R^2 = 0,253$ dan $r = 0,503$. Nilai koefisien determinasi didapatkan 0,253 dan koefisien korelasi 0,503 ini menunjukkan bahwa logam Pb memiliki ukuran hubungan negatif dengan ukuran. Hubungan ukuran cangkang dengan logam Pb memiliki hubungan positif. Hal ini dapat dilihat pada persamaan $y = -1,908 + 0,500x$ dimana $R^2 = 0,165$ dan $r = 0,406$. Nilai determinasi yang didapatkan 0,165 dan koefisien korelasi sebesar 0,441 atau memiliki hubungan lemah dengan ukuran kerang. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 2.



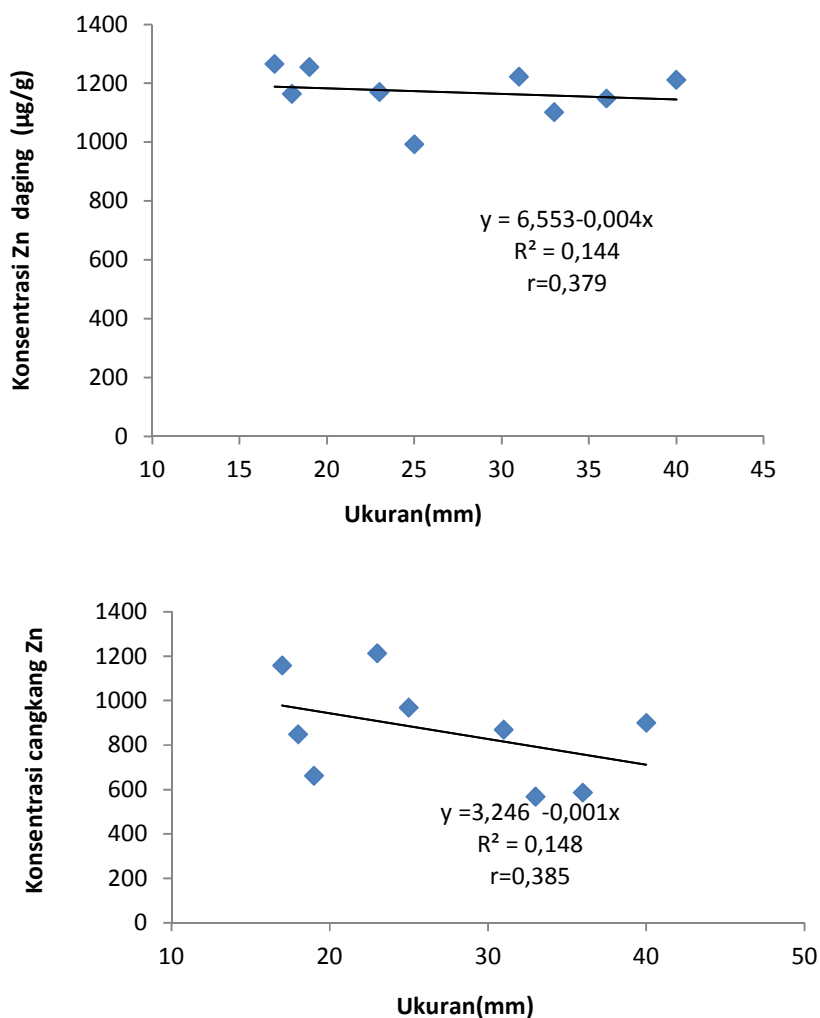
Gambar 2. Grafik Hubungan Kandungan Logam Pb pada Cangkang dan Daging dengan Ukuran yang Berbeda.

Hubungan antara logam Cu pada daging terhadap ukuran tubuh kerang ditunjukkan dengan persamaan $y=5,967-0,047x$ dimana $R^2=0,520$ dan $r=0,721$. Nilai koefisien determinasi didapatkan 0,520 dan koefisien korelasi 0,721 ini menunjukkan bahwa logam Cu memiliki hubungan negatif dengan ukuran. Hubungan ukuran cangkang dengan logam Cu memiliki hubungan negatif. Hal ini dapat dilihat pada persamaan $y=2,340-0,021x$ dimana $R^2=0,004$ $r=0,065$. Nilai determinasi didapatkan sebesar 0,004 dan keeratan hubungan koefisien korelasi sebesar 0,065 atau memiliki hubungan yang sedang dengan ukuran kerang. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Grafik Hubungan Kandungan Logam Cu pada Cangkang dan Daging dengan Ukuran yang Berbeda

Hubungan antara logam Zn pada daging terhadap ukuran tubuh kerang ditunjukkan dengan persamaan $y = 6,553 - 0,004x$ dimana $R^2 = 0,144$ dan $r = 0,379$. Nilai koefisien determinasi didapatkan sebesar 0,144 dan koefisien korelasi sebesar 0,379 ini menunjukkan bahwa logam Zn memiliki hubungan negatif dengan ukuran. Hubungan ukuran cangkang dengan logam Zn memiliki hubungan negatif. Hal ini dapat dilihat pada persamaan $y = 3,246 - 0,001x$ dimana $R^2 = 0,148$ $r = 0,385$. Nilai determinasi yang didapatkan sebesar 0,148 dan keeratan hubungan korelasi sebesar 0,385 atau memiliki hubungan lemah dengan ukuran kerang. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Grafik Hubungan Kandungan Logam Zn pada Cangkang dan Daging dengan Ukuran yang Berbeda.

Kelayakan Konsumsi

Untuk mengetahui keamanan dalam mengkonsumsi kerang darah (*A.granosa*) dari perairan Tanjung Balai Asahan, maka dilakukan pendugaan resiko konsumsi kerang melalui perhitungan PTWI (Provisional Tolerable Weekly Intake). The Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (2004) menyatakan bahwa PTWI bergantung pada jumlah, jangka dan waktu konsumsi dan tingkat kontaminasi makanan yang dikonsumsi oleh manusia.

Nilai PTWI yang telah ditetapkan oleh WHO akan tercapai apabila masyarakat Kabupaten Asahan mengkonsumsi daging kerang darah sebanyak 4,40 kg/minggu untuk logam Pb, 117,93 kg/minggu untuk logam Cu dan 1,67 kg/minggu untuk logam Zn. Besarnya nilai PTWI pada kerang darah (*A.granosa*) dari perairan Kabupaten Asahan menyimpulkan bahwa kerang darah yang ada di perairan Kabupaten Asahan masih layak untuk dikonsumsi selama tidak melampaui batas yang telah ditentukan.

Perbandingan Logam Pb, Cu dan Zn dengan Penelitian di daerah lain

Jika dibandingkan dengan dengan hasil beberapa penelitian Bivalva dari perairan lain, maka kandungan logam pada Perairan Tanjung Balai Asahan tidaklah jauh berbeda dari penelitian lainnya. Kandungan logam Pb pada penelitian ini mendekati pada perairan Batubara dan Sabah, Cu hasilnya mendekati hasil penelitian di Concong luar dan pada Zn pada penelitian ini jauh lebih tinggi dari penelitian dari perairan lain.

Tabel 4. Perbandingan Logam Pb, Cu dan Zn pada Beberapa Biota Dari Perairan Lain.

Perairan	Biota	Kandungan Logam $\mu\text{g/g}$			Referensi
		Pb	Cu	Zn	
Tanjung Pinang	<i>G. coaxans</i>	3,34	5,58	39,58	Amin (2002)
Selat Panjang	<i>G. coaxans</i>	1,94	26,29	47,28	Pardosi (2010)
Concong Luar	<i>A.granosa</i>	3,24	8,17	9,09	Priansyah (2012)
Bagan Siapi-api	<i>A.granosa</i>	1,32	20,51	-	Sahputra (2012)
S. Malaysia	<i>A.granosa</i>	3,04	9,10	-	Yusof (2004)
Muara Singkep	<i>A.granosa</i>	6,99	18,00	-	Haida (2001)
Sabah	<i>M. meretrix</i>	1,72	6,62	106,7	Abdullah (2007)
Batubara	<i>M. meretrix</i>	1,68	4,02	54,8	Tampubolon (2013)
Asahan	<i>A.granosa</i>	1,59	8,31	1169,98	Simanjuntak (2014)*

Keterangan: * penelitian ini

Dari Tabel 5 diketahui bahwa kandungan logam Pb, Cu dan Zn berbeda-beda menurut jenis kerang dan logamnya. Logam Pb di perairan Tanjung Balai Asahan nilainya mendekati pada daerah Perairan Batubara dan Perairan Sabah, diduga kondisi perairannya sama dari sumber masukan logam Pb, Sedangkan untuk kandungan Cu di perairan Tanjung Balai Asahan nilainya mendekati nilai yang ada di Concong luar, diduga kondisi perairannya sama dari sumber masukan logam Cu. Perbedaan kandungan logam Pb, Cu dan Zn di masing-masing daerah tidak terlepas

dari banyak atau tidaknya aktivitas antropogenik seperti kegiatan industri, transportasi dan kegiatan rumah tangga di sekitar perairan tersebut dan jenis organisme.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kandungan logam berat berdasarkan bagian tubuh kerang darah (*A.granosa*) di Perairan Tanjung Balai Asahan adalah pada daging untuk Pb 1,59 µg/g, Cu 8,31 µg/g dan Zn 1.169,98 µg/g. Sedangkan pada cangkang didapatkan kandungan Pb 7,81 µg/g, Cu 16,53 µg/g dan Zn 863.59 µg/g. Kandungan Pb dan Cu yang tinggi terdapat pada bagian cangkang sedangkan Zn kandungan logam yang tinggi terdapat pada bagian daging. Kandungan Pb, Cu dan Zn pada daging dan cangkang kerang darah berdasarkan ukuran tubuh berbeda-beda. Pada daging hubungan Pb, Cu dan Zn didapatkan hasil negatif dengan ukuran tubuh kerang. Pada cangkang didapatkan hubungan Pb didapatkan hasil yang positif dengan ukuran tubuh kerang sedangkan Cu dan Zn didapatkan hasil yang negatif dengan ukuran tubuh kerang.

Pendugaan resiko konsumsi (*A.granosa*) menunjukkan bahwa nilai PTWI akan tercapai apabila masyarakat dengan berat tubuh 70 kg mengkonsumsi (*A.granosa*) dari perairan Kabupaten Asahan sebanyak 4,40 kg /minggu untuk logam Pb, untuk logam Cu sebanyak kg 117,93 kg /minggu dan 1,67 kg/minggu untuk logam Zn. Dengan demikian masyarakat masih layak untuk mengkonsumsi (*A.granosa*) dari perairan Asahan selama tidak melampaui batas yang telah ditetapkan.

Penelitian ini hanya menganalisis kandungan logam berat pada daging dan cangkang kerang darah (*A.granosa*). Untuk itu perlu dilakukan penelitian lanjutan mengenai kandungan logam berat pada daging dan cangkang (*A.granosa*) dengan menambah lokasi penelitian yaitu di sepanjang perairan pantai timur Pulau Sumatera agar didapatkan seberapa besar kandungan logam berat pada perairan pantai timur Pulau Sumatera khususnya pada (*A.granosa*).

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, M.H., Sidi, J. & Aris, A.Z. 2007. Heavy metals (Cd, Cu, Cr, Pb and Zn) in *Meretrix meretrix* Roding, water & sediments from estuaries in Sabah, North Borneo. International Journal of Environmental and Science Education, 2, 69-74.
- Amin. B, 2002. Kandungan Logam Berat pada Kerang darah (*Anadara granosa*) di Perairan Sekitar Bekas Penambangan Timah Singkep, Kepulauan Riau. Jurnal Ilmu Kelautan dan Perikanan. 12(1) :8-14.
- Amin, B., A.Ismail, M.S. Kamarudin, A. Arshad, C.K. Yap, 2005. Heavy Metals (Cd, Cu, Pb dan Zn) Concentration in *T. telescopium* from Dumai Coastal Water, Indonesia. Pertanika J. Trop. Agric. Sci. 28(1); 33-39.
- Donyo, A. 2012. Kandungan Logam Berat Pb dan Cu pada Daging dan Cangkang Kerang *Anadara inflata* di Perairan Batubara Sumatera Utara. Skripsi Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Riau. Pekanbaru. (Tidak diterbitkan).

- FAO/WHO, 2004. Summary of Evaluations Performade by the Jint FAO/WHO Expert Committe of Food Additives (JECFA 1956-2003), ILSI Press International Life Sciences Institute.
- George, S.G. 1980. Correlation of Metal Accumulation in Mussels with the Mechanism of Uptake, Metabolism and Detoxification: a Review *Thallasia Jugoslavica*, 16:347-365.
- Haida. R, 2001. Kandungan Logam Berat Pb, Cu dan Ni Pada Kerang Darah (*Anadara granosa*) di Perairan Muara Sungai Pengambil Singkep Kepulauan Riau. Skripsi, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Riau. Pekanbaru. (Tidak dipublikasikan).
- Pardosi, E. 2010. Kandungan Logam Berat Pb, Cu dan Zn pada Lokan (*Geloina coaxans*) di Perairan Selat Panjang Kabupaten Kepulauan Meranti Provinsi Riau. Skripsi Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Riau. Pekanbaru (Tidak diterbitkan).
- Priansyah, Z. 2012. Kandungan Logam Berat pada Beberapa Jenis Bivalva di Perairan Concang Kabupaten Indragiri Hilir Provinsi Sumatera Utara. Skripsi Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Riau. Pekanbaru (Tidak diterbitkan).
- Sahputra, D. 2012. Analisis Kandungan logam Pb dan Cu Pada daging dan Cangkang Kerang Darah (*Anadara granosa*) Di Perairan Pulau Berkey Provinsi Riau. Skripsi Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Riau. Pekanbaru (Tidak diterbitkan).
- Yap, C. K. Ismai, A. Tan, S.G. and Umar, H. 2003. Concentration of Cu and Pb in the Offshore and Intertidal Sediments of the West Coast of Penensular Malaysia. *Environment international*. 20:267-479.
- Yusof, A.M. Yanta, N.F. and Wood, A.K.H. 2004. The Use of Bivalves as Bioindicators in the Assesment of Marine Pollution Along a Coastal Area. *Journal of Radionanalytical and Nuclear Chemistry*, 259(1): 119-227.